

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-196367

(43)Date of publication of application : 14.07.2000

(51)Int.Cl. H03F 1/32

(21)Application number : 11-233365

(71)Applicant : LUCENT TECHNOL INC

(22)Date of filing : 20.08.1999

(72)Inventor : ZHOU WILLIAM WEI

(30)Priority

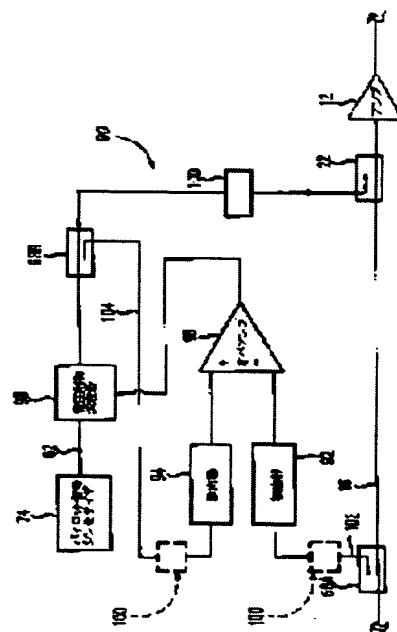
Priority number : 98 137915 Priority date : 20.08.1998 Priority country : US

## (54) METHOD AND DEVICE FOR RELATIVELY ADJUSTING PILOT SIGNAL TO INPUT SIGNAL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for relatively offsetting the adjustment distortion of a pilot signal to an input signal.

SOLUTION: A pilot signal adjusting system 90 detects the power level of an input signal on a main signal path 16 toward an RF amplifier 12 by a coupler 68a, and adjusts the power level of a pilot signal through a detector 94 by a controller 96 according to the power level of the input signal, and injects the pilot signal adjusted by a VCA(voltage controlled attenuator) 98 on a pilot signal injection path 62 into the main signal path 16 by a connector 22 upstream of the RF amplifier. The power level of the pilot signal is adjusted by the pilot signal adjuster 90 so that the desired ratio of an input signal to the pilot signal can be maintained in the whole input signal range of the RF amplifier at the place of the input 22 to the RF amplifier.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

13.11.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3443372

[Date of registration]

20.06.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

# (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-196367

(P 2 0 0 0 - 1 9 6 3 6 7 A)

(43) 公開日 平成12年7月14日 (2000. 7. 14)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
H03F 1/32

識別記号

F I  
H03F 1/32

テマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全11頁)

(21) 出願番号 特願平11-233365

(22) 出願日 平成11年8月20日 (1999. 8. 20)

(31) 優先権主張番号 09/137915

(32) 優先日 平成10年8月20日 (1998. 8. 20)

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 596092698

ルーセント テクノロジーズ インコーポ  
レーテッド

アメリカ合衆国. 07974-0636 ニュージャ  
ーシイ, マレイ ヒル, マウンテン アヴ  
ェニュー 600

(72) 発明者 ウィリアム ウェイ ツォウ

アメリカ合衆国 07869 ニュージャシー  
イ, ランドルフ, ティー-32, センター  
グローヴ ロード 44

(74) 代理人 100064447

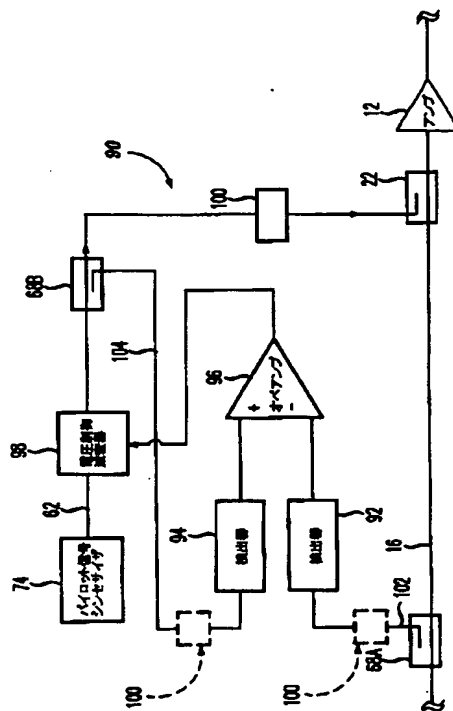
弁理士 岡部 正夫 (外11名)

(54) 【発明の名称】 パイロット信号を入力信号と相対的に調節するための方法および装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 パイロット信号を入力信号と相対的に調節歪みを相殺する方法を提供する。

【解決手段】 パイロット信号調節システム90は、RF増幅器12に向う主信号路16上の入力信号の電力レベルを結合器68aで検出し、入力信号の電力レベルに回答してパイロット信号の電力レベルを検出器94經由制御装置96で調節し、VAC98で、調節されたパイロット信号注入路62上のパイロット信号を主信号路16内にRF増幅器の上流の結合器22で注入する。パイロット信号調節器90によってパイロット信号の電力レベルを調節することで、所望の入力信号対パイロット信号比が、RF増幅器への入力22の所でRF増幅器の全入力信号レンジに渡って維持される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 調節されたパイロット信号を提供するための方法であって、

パイロット信号注入路上にパイロット信号を生成するステップ；主信号路上の入力信号のパラメータを検出するステップ；前記パイロット信号のパラメータを前記入力信号の前記パラメータと相対的に調節するステップ；および前記調節されたパイロット信号を前記主信号路上に、前記主信号路上の増幅器の上流において注入するステップを含むことを特徴とする方法。

【請求項 2】 前記調節ステップがさらに：所定の入力信号の電力レベル対パイロット信号の電力レベル比を維持するステップを含むことを特徴とする請求項 1 の方法。

【請求項 3】 前記調節ステップがさらに：前記パイロット信号の減衰を前記入力信号の電力レベルに応答して調節するステップを含むことを特徴とする請求項 1 の方法。

【請求項 4】 さらに：前記パイロット信号の電力レベルを検出するステップを含み；前記調節ステップが前記パイロット信号の減衰を前記入力信号の電力レベルおよび前記パイロット信号の電力レベルに応答して調節することを特徴とする請求項 1 の方法。

【請求項 5】 前記パイロット信号の電力レベルが前記パイロット信号の電力レベルを調節するステップの後に検出されることを特徴とする請求項 4 の方法。

【請求項 6】 パイロット信号調節システムであって、主信号路を含み、この主信号路がこの主信号路上の増幅器によって増幅されるべき入力信号を選び、このシステムがさらにパイロット信号調節器を含み、このパイロット信号調節器が、前記主信号路上の前記入力信号のパラメータに応答して、パイロット信号注入路上のパイロット信号のパラメータを、前記入力信号の前記パラメータと相対的に調節するように構成され、前記パイロット信号注入路が前記主信号路に結合され、前記調節されたパイロット信号が前記主信号路内に、前記主信号路上の増幅器の上流において注入されることを特徴とするシステム。

【請求項 7】 前記パイロット信号（電力レベル）調節器が：前記主信号路に結合された入力信号電力レベル検出回路を含み、この入力信号電力レベル検出回路が前記入力信号の電力レベルを検出し、この検出回路からの前記入力信号の前記電力レベルを表す入力信号電力レベル検出信号を生成し、この調節器がさらに前記パイロット信号注入路上に設けられた可変減衰器を含み、この減衰器が前記パイロット信号を減衰信号に従って減衰し；この調節器がさらに前記入力信号電力レベル検出信号に応答する制御回路を含み、この制御回路が、前記減衰信号を前記可変減衰器に供給することを特徴とする請求項 6 のシステム。

【請求項 8】 前記パイロット信号（電力レベル）調節器がさらに：前記パイロット信号注入路に結合されたパイロット信号電力レベル検出回路を含み、このパイロット信号電力レベル検出回路が前記パイロット信号の電力レベルを検出し、前記パイロット信号の電力レベルを表すパイロット信号電力レベル検出信号を生成し；前記制御回路がさらに、前記パイロット信号電力レベル検出信号および前記入力信号電力レベル検出信号に応答して前記減衰信号を供給するように構成されることを特徴とする請求項 7 のシステム。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は無線周波数（RF）増幅器、より詳細には、フィードフォワードRF増幅器に対するパイロット信号と入力信号の同期スキームに関する。

【0002】

【従来の技術】RF増幅器は、しばしば、入力信号に望ましくない歪みを追加し、主信号路上に増幅器された入力信号と歪みから成る出力RF信号を生成する。この歪み成分の多くは、相互変調歪み（intermodulation distortion、IMD）から成る。この歪みは、追加された任意の望ましくない信号を含み、増幅された入力信号に悪影響を及ぼす。信号の相互変調歪み（IMD）は、非線形システム内で信号の周波数成分が互いに相互変調することで発生し、とりわけ、元の信号の周波数成分の和あるいは差に等しい周波数を持つ波を生成する。通常、現代のRF増幅器内には、主信号路上のRF増幅器から生成される歪みを低減するために、フィードフォワード修正手段が用いられる。このフィードフォワード修正の本質は、修正路上の増幅器によって生成される歪みを分離し、修正路上のこの歪みを用いて、最終総和点において、主信号路上のRF信号の歪みを相殺することにある。

【0003】入力RFキャリアのパターンおよび結果としての歪みの位置が予測不能であるために、増幅器プロセスによって生成される歪みを模擬するために、既知の周波数成分、すなわち、パイロット信号が用いられる。フィードフォワード増幅器においては、修正回路は、増幅されたパイロット信号および歪みを修正路上に分離し、修正路上のパイロット信号と歪みと、主信号路上のパイロット信号と歪みとを結合することで、主信号路上のパイロット信号と歪みとを低減（除去）する。より具体的には、修正回路は、パイロット信号を検出し、主信号路からパイロット信号を相殺する。修正回路は、主信号路からのパイロット信号を相殺するとき、歪みも相殺する。

【0004】パイロット信号には、大別すると、2つのタイプ、すなわち、持続波（continuous wave、CW）パイロット信号と、スペクトラム拡散（spread spectrum、SS）パイロット信号がある。CWパイロット信号は、検出

10

20

30

40

50

および測定は容易であるが、入力キャリアの一つによって覆い隠される危険がある。従って、好ましくは、CWパイロット信号は、動作帯域の外側に置かれる。外側に置かれない場合は、パイロット信号の周波数を絶えず更新することで、パイロット信号を入力キャリアが存在しない帯域内の静かな位置に移す必要がある。例えば、図1は、RF増幅器の周波数応答と、CWパイロット信号の位置の関係を示す。パイロット信号は、動作帯域の下側端付近に置くか（例えば、パイロット信号1）、あるいは動作帯域の上側端付近に置かれる（例えば、パイロット信号2）。パイロット信号は、中心周波数 $f_c$ を持つ動作帯域の両端から $\Delta f$ だけ離して置かれる。上述のように、パイロット信号は、RF増幅器の動作帯域内のある位置に置くこともできる。パイロット信号の電気特性（例えば、振幅、位相応答、スペクトル内容）は既知である。上ではパイロット信号はある振幅の単一のスペクトル成分として示されたが、パイロット信号は、様々な振幅を持つ複数のスペクトル成分から構成することもできる。さらに、SS（スペクトラム拡散）パイロット信号の場合は、パイロット信号は、通常、RF増幅器の動作帯域全体に渡って拡散される。SSパイロット信号は、検出および測定はより困難であるが、ただし、帯域内に置かれた場合、入力キャリアの配置に対する抵抗力を持つ（入力キャリアの配置による影響を受けにくい）。

【0005】図2は、パイロット信号から得られる情報を用いてRF増幅器12によって生成される歪みを低減する典型的なフィードフォワード修正回路10を示す。入力信号がスプリッタ14に加えられる。スプリッタ14は、この入力信号を、主信号路16と、第二の信号路18の上に複製する。スプリッタ14は、ループ#1と呼ばれるフィードフォワードループの一部を構成する。このループは、スプリッタ14に加えて、利得&位相回路20、結合器22、RF増幅器12、遅延回路24、および結合器26、28を含む。主信号路16上の入力信号は、利得&位相回路20に加えられる。利得&位相回路20の出力およびパイロット信号は、結合器22に加えられる。典型的には、パイロット信号の振幅は、パイロット信号に起因して増幅器12から追加の大きなIMD

（相互変調歪み）成分が生成されないように、入力信号の振幅よりもかなり小さく（例えば、30dBだけ小さく）される。結合器22の出力は、増幅器12に加えられる。増幅器12の出力は、増幅された入力信号、増幅されたパイロット信号、および増幅器12によって生成された歪みを含む。増幅器12の出力の一部は、結合器26から得られ、結合路30を介して、結合器28の所で、入力信号の遅延されたバージョン（第二の信号路18上の信号）と結合される。第二の信号路18上の入力信号は、遅延回路24によって達成される十分な遅延を受けている。この回路の遅延は、第二の信号路18上の遅延された入力信号が結合路30を介して結合器28の

所に出現する信号と同量の遅延を受けるように設計される。

【0006】利得&位相回路20を制御路32を介して2つの制御信号によって制御することで、入力信号の利得および位相が調節される。つまり、経路30を介して結合器28の所に出現する入力信号が、結合器28の所に出現する遅延された入力信号の実質的なインバース（つまり、振幅は等しいが、位相が180度ずれる信号）となるように調節される。利得&位相回路20の制御路32の所に出現する制御信号は、周知の方法にて検出回路を使用してポイントAの所の信号から導かれる（生成される）。検出回路は、周知の電気信号特性、例えば、信号の振幅、位相、および周波数を検出する。こうして、結合器28に加えられる2つの入力信号は互いに相殺し合い、結果として、ポイントAの所には、本質的にパイロット信号および増幅器12によって生成された歪みのみが残される。ループ#1は、こうして、ポイントAの所でパイロット信号および増幅器12によって生成された歪みを分離するフィードフォワードループとして機能する。

【0007】ポイントAの所に出現する信号（つまり、パイロット信号および歪み信号）は、利得&位相回路34に加えられる。利得&位相回路34の出力は増幅器36に供給され、増幅器36の出力は結合器38に加えられる。増幅器12の出力信号（つまり、入力信号、パイロット信号および歪み信号）の一部が、遅延回路40に供給され、遅延回路40の出力は結合器38に供給される。遅延回路40は、増幅器12の出力から結合器38に加えられる信号が、増幅器36の出力から結合器38に加えられる信号と同量の遅延を受けるように設計される。

【0008】パイロット信号の周波数、振幅およびその他の電気特性は既知であるために、パイロット信号検出回路42は、例えば、対数検出器に接続されたミキサ等の回路（あるいは他の周知の検出回路）を用いて、結合器44を介して、パイロット信号あるいはパイロット信号の一部を検出することができる。このパイロット信号を用いて最終出力の所で残されている歪みに関する情報が得られるが、この情報はパイロットの周知の電気信号特性を検出することで得られる。より具体的には、パイロット信号の特性（例えば、振幅、スペクトル内容、位相応答）は既知であり、パイロット信号検出回路42は、パイロット信号の変化を検出すると、この情報を用いて、制御信号を生成し、これを信号路46上に供給する。利得&位相回路34は、信号路46上の制御信号に応答して、ポイントAの所のパイロット信号および歪みを、主信号路16上のパイロット信号および歪みが、結合器38の所で、第二の信号路18上のパイロット信号および歪みのインバース（振幅は等しいが位相は180度ずれた信号）となるように修正する。この結果、結合

器38の所で主信号路16上と第二の信号路18上の対応するパイロット信号と歪み信号が互いに相殺し合い、結果として、システムの出力の所には、本質的に入力信号の増幅されたバージョンのみが残される。こうして、結合器26、結合器28、利得&位相回路34、増幅器36、結合器38および遅延回路40から構成されるループ#2は、歪みを受けたパイロット信号から得られる情報を用いて増幅器12によって生成される歪みを実質的に相殺するフィードフォワードループとして機能する。

#### 【0009】

【発明が解決しようとする課題】現在のシステムにおいては、入力信号の電力レベルが低減すると生成されるIMD（相互変調歪み）も低減するのに、パイロット信号の電力レベルは一定に維持される。パイロット信号の電力レベルがスペクトルの残りの部分に合わせて低減されないために、修正回路10が結合器38の所のパイロット信号をさらに相殺しない限り、パイロット信号そのものが最も高い歪み源となる危険がある。例えば、RF増幅器12が30dBなる入力信号レンジを持ち、入力信号が2dBm〜28dBmなるレンジの絶対電力レベルを持つ状況を考える。入力信号が2dBmであり、パイロット信号が−28dBmである場合は、増幅器12への入力の所で30dBなる入力信号対パイロット信号比が達成される。ところが、入力信号の電力レベルが0dBmに変化しても、パイロット信号の電力レベルが−28dBmに維持された場合は、入力信号対パイロット信号比は、28dBに低下する。さらに、入力信号がレンジの下端に落ちた場合は（例えば、入力信号が−28dBmに落ちた場合は）、パイロット信号は−28dBmに維持されるため、修正回路10がRF増幅器12の出力の所でパイロット信号を大きく低減しない限り、パイロット信号が大きな歪み成分となる恐れがある。現在のシステムは、パイロット信号に対して、一定の電力レベル、例えば、−50dBmを用いる。パイロット信号の電力レベルは、入力信号レンジの下端（例えば、−28dBm）においてパイロット信号が歪みの大きな歪み源とならないように十分に小さく、かつ、入力信号レンジの上端（例えば、2dBm）においてパイロット信号が増幅器12の出力から歪みを相殺できるように十分に大きく決定する必要がある。実際には、パイロット信号に対して一定の電力レベルを用いる場合は幾つかの妥協が必要となる。例えば、入力信号レンジの上端においては、通常入力信号の電力レベルが高いと歪みの電力レベルも高くなるために、修正回路10は増幅器12の出力から歪みを十分に相殺（低減）できなくなる。反対に、入力信号レンジの下端においてはパイロット信号そのものが歪み源となる。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、パイロット信

号を入力信号と相対的に調節するためのパイロット信号（電力レベル）調節システムに関する。例えば、本発明によるパイロット信号調節システムは、RF増幅器に向う信号路上の入力信号の電力レベルを検出し、入力信号の電力レベルに応答してパイロット信号の電力レベルを調節し、こうして調節されたパイロット信号を主信号路内にRF増幅器の上流で注入する。幾つかの実施例においては、パイロット信号（電力レベル）調節器によってパイロット信号の電力レベルを調節することで、所望の入力信号対パイロット信号比がRF増幅器への入力の所でRF増幅器の全入力信号レンジに渡って維持される。例えば、パイロット信号調節器は、入力信号の電力レベルが30dBだけ落ちた場合、パイロット信号の電力レベルを30dBだけ低減し、こうして所望の入力信号対パイロット信号比をRF増幅器の全入力レンジに渡って維持する。パイロット信号の他のパラメータ、例えば、位相および／あるいは周波数を入力信号の他のパイロットと相対的に調節した上で、調節されたパイロット信号を主信号路内にRF増幅器の上流で注入することもできる。

10 【0011】本発明の他の特徴および長所が以下の詳細な説明を図面と照らし合わせて参照することで明白になるものである。

#### 【0012】

【発明の実施の形態】以下では、RF増幅器と共に用いるための本発明の原理によるパイロット信号（電力レベル）調節システムの幾つかの実施例について説明する。図3は、パイロット信号調節システム60の一般ブロック図を示す。このシステム60は、パイロット信号注入路62上のパイロット信号の電力レベルを入力信号の電力レベル、例えば、RF増幅器12に向う主信号路16上のキャリア信号（の電力レベル）と相対的に（増減に合わせて）調節する。結合器68aは、主信号路16からの入力信号の一部をRF増幅器12の上流で検出&制御回路70に結合する。検出&制御回路70は入力信号の電力レベルを決定し、調節信号を、パイロット信号の電力レベルを調節するために調節器72に供給する。検出&制御回路70は、電力レベル情報を調節器72に供給するために、点線および結合器68b〜dによって示されるように代替のおよび／あるいは追加の入力を受信することもできる。用途によっては、他の入力を受信することもできる。幾つかの実施例においては、検出&制御回路70は、調節信号を、パイロット信号の電力レベルの変化が入力信号の電力レベルの変化を追跡するように供給する。ただし、別の実現として、調節信号を、入力信号の電力レベルに基づいて所望の入力信号対パイロット信号比が維持できるように決定することも、あるいは、調節信号を入力信号の電力レベルに基づいて検索テーブルから取り出すこともできる。加えて、調節信号は、修正回路によって所望の入力信号対パイロット信号比を達成するために要求される修正の程度に基づいて所望の比

が達成できるように決定することもできる。

【0013】パイロット信号シンセサイザ74はパイロット信号をパイロット信号注入路62上に生成する。パイロット信号は、持続波(CW)パイロット信号であっても、スペクトラム拡散パイロット信号であっても、変調されたパイロット信号であっても、周波数が変化するパイロット信号であっても、あるいは、異なる周波数成分を持つパイロット信号であっても構わない。次に、結合器22により、パイロット信号が主信号路16内にRF増幅器12の上流で注入される。増幅器12によって増幅された後に、当分野において周知のフィードフォワード修正スキーム(図2)によって、主信号路16からパイロット信号が相殺(除去)され、(パイロット信号から得られた情報を用いて)歪みが低減される。従来の技術の場合のように、入力信号の電力レベルが落ちた場合でもRF増幅器12への入力所のパイロット信号の電力レベルが同一に維持される方式では、フィードフォワード修正回路(図2)は、フィードフォワード修正回路(図2)の結合器38(図2)の所で出力信号対パイロット信号比を許容できる比に維持するために、より多くの出力パイロット信号を相殺(除去)することが必要となり、これを行なわないと、パイロット信号のそのもののために歪みが発生することとなる。これとは対照的に、本発明によると、パイロット信号の電力レベルを入力信号の電力レベルと相対的に(入力信号の電力レベルの増減に合わせて)変化させることで、所望の入力信号対パイロット信号比が達成および/あるいは維持されるために、修正回路(図2)は、修正回路(図2)の出力の所で、入力信号の全レンジに渡って、同量(dB)のパイロット信号を相殺することで済む。パイロット信号の電力レベルが低減された場合でも、最悪の場合のIMD(相互相関歪み)の電力レベルが入力信号の電力レベルに比例して低下するために、IMD(相互相関歪み)を効果的に低減することができる。逆に、従来の技術の場合のように、入力信号の電力レベルが増加したときもパイロット信号の電力レベルが同一に維持される方式では、入力信号の電力レベルが増加すると、最悪の場合のIMDも増加するために、修正回路(図12)は、このような場合、歪みを完全には相殺できなくなる。

【0014】図4は、本発明の原理によるパイロット信号(電力レベル)調節システム80のもう一つの実施例を示す。結合器68aは、主信号路16上の入力信号のサンプルをRF電力レベル検出器82に供給し、RF電力レベル検出器82は入力信号の電力レベルを表す電圧信号をマイクロコントローラ84に供給する。マイクロコントローラ84は、RF電力レベル検出器82の出力をデジタル化し、デジタル減衰器86を制御するようにプログラムされる。すなわち、デジタル減衰器86は、マイクロコントローラ86の制御下で、パイロット信号の電力レベルを入力信号の電力レベルに依存する所望の値に調節

する。例えば、入力信号の電力レベルとパイロット信号の電力レベルとの間に30dBなる比を達成するためには、入力信号の電力レベルが2dBmである場合は、パイロット信号の電力レベルをRF増幅器12への入力所で-28dBmとなるように調節する。

【0015】マイクロコントローラ84は入力信号の電力レベルを絶えず監視する。例えば、入力信号の電力レベルのサンプルをナノ秒毎に取る。マイクロコントローラ86は、入力信号の電力レベルおよび/あるいは入力信号の電力レベルの変化に応答して、与えられた所望の入力信号対パイロット信号比を達成するために、パイロット信号に対する適当な電力レベルおよび/あるいは減衰レベルを決定する。マイクロコントローラ84は、次に、こうして決定された制御信号をデジタル減衰器86に供給する。別の実現として、マイクロコントローラ84は、パイロット信号に対する適当な電力レベルおよび/あるいは減衰レベルを検索テーブルから取り出し、こうして取り出された制御信号をデジタル減衰器86に供給することもできる。このようにして、パイロット信号調節システム80は、所望の入力信号対パイロット信号比を維持し、これによってフィードフォワード回路(図2)がパイロット信号をより容易に相殺でき、しかも、IMD(相互相関歪み)を低減し、結果として、望ましい出力信号対歪み(パイロット信号とIMDを含む)比を持つ出力が生成できるようにする。用途によって、異なる入力信号サンプリング速度を用いることも、あるいは、マイクロコントローラ84によってパイロット信号の電力レベルを入力信号の電力レベル変化に応じて、動的に、変化させることもできる。入力信号の電力レベルの変化は、入力信号の電力レベルの最新のサンプルに基づいて決定することも、あるいは、入力信号の幾つかの電力レベルサンプルの平均に基づいて決定することもできる。別の実現として、入力信号の他の特性あるいはパラメータを測定することもできる。マイクロコントローラ84は、入力信号対パイロット信号比を、入力信号の電力レベル依存して調節するような制御信号を(デジタル減衰器86に)供給することも、あるいは入力信号の他の特性あるいはパラメータに依存して調節するような制御信号を(デジタル減衰器86に)供給することもできる。要するに、所望の入力信号対パイロット信号比、あるいは、入力信号とパイロット信号のパラメータの間の所望の相対比を、入力信号の電力レベルあるいは入力信号の他のパラメータに依存して(デジタル減衰器86に)供給することができる。

【0016】図5は、パイロット信号(電力レベル)調節器(システム)90のもう一つの実施例を示す。この実施例においては、入力信号の電力レベルと調節済のパイロット信号の電力レベルの両方の測定値を用いて、パイロット信号の電力レベルが調節される。この実施例においては、パイロット信号レベル調節器90は、調節済

のパイロット信号の電力レベルを、入力信号の電力レベルにロックあるいは同期する。より具体的には、結合器 68 a が主信号路 16 上の入力信号の電力レベルサンプルを RF 電力レベル（入力信号電力レベル）検出器 9 2 に供給し、結合器 68 b がパイロット信号注入路 6 2 上の調節済のパイロット信号のサンプルを RF 電力レベル（パイロット信号電力レベル）検出器 9 4 に供給する。入力信号電力レベル検出器 9 2 は、入力信号の電力レベルを表す電圧信号を生成し、パイロット信号電力レベル検出器 9 4 は、調節済のパイロット信号の電力レベルを表す電圧信号を生成する。これら 2 つの検出器 9 2、9 4 の出力は、制御装置 9 6 への入力として供給される。制御装置 9 6 の出力は、パイロット信号シンセサイザ 7 4 の下流に配置された電圧制御減衰器（VCA）9 8 を制御する。制御装置 9 6 の出力は、この実施例においては、無限利得演算増幅器構成を用いて、VCA 9 8 の減衰を、入力信号電力レベル検出器 9 2 とパイロット信号電力レベル検出器 9 4 からの 2 つの入力が等しくなるまで調節する。他の回路構成も可能である。

【0017】増幅器 12 への入力の所で、入力信号とパイロット信号との間に所定のオフセットあるいは電力レベル差を維持することで、出力信号対パイロット信号比を所望の比較的一定な値に維持することができる。入力信号対パイロット信号比を所望の一定の値に設定するためには、入力信号の電力レベルとパイロット信号の電力レベルの間に、所望のオフセットあるいは差が確立および維持される。主信号路 16 の上の入力信号の電力レベルとパイロット信号の電力レベルの間に所望の差あるいはオフセットを確立するためには、一つあるいは複数の減衰器 100 が様々なポイントに配置される。減衰器 100 の減衰レベルを決定するに当たっては、結合器 68 a ~ b および 22 によって導入される損失も考慮する必要がある。典型的な結合器は、結合器の二次レッグには 10 dB なる減衰を導入し、主（一次）レッグには 0.5 dB なる減衰を導入する。例えば、結合器 68 a は、結合器 68 a の二次レッグから入力信号電力検出路 102 に結合される入力信号には 10 dB なる減衰を導入し、結合器 68 a の主レッグから主信号路 16 上に結合される入力信号には 0.5 dB なる減衰を導入する。他の様々な異なるタイプの結合器および／あるいは結合デバイスを用いることもできる。例えば、結合器 68 b の代わりに、3 dB スプリッタを使用し、パイロット信号をパイロット信号注入路 6 2 上とパイロット信号電力レベル検出路 104 上にスプリットし、パイロット信号注入路 6 2 とパイロット信号電力レベル検出路 104 の両方の上でパイロット信号を 3 dB だけ減衰することもできる。この実現においては、減衰器 100 はパイロット信号注入路 6 2 上に、結合器 68 b と入力信号結合器 22 との間に接続される。これによって増幅器 12 への入力の所で、入力信号の電力レベルとパイロット信号の電

力レベルの間に所望の一定の差が確立され、これによって所望の入力信号対パイロット信号比が維持される。入力信号の電力レベルとパイロット信号の電力レベルとの間に所望の一定の差あるいはオフセットを確立するために、他の構成を用いることもできる。

【0018】別の実現として、増幅器 12 への入力の所の入力信号の電力レベルとパイロット信号の電力レベルとの間のオフセットを変化させることで、増幅器 12 への入力の所に可変な入力信号対パイロット信号比を確立することもできる。オフセットの量を、動作性能、パラメータ、あるいは特性に依存して動的に変化させることもできる。例えば、オフセットの量は、入力信号のレベルの変化に依存して動的に変化させることも、あるいは、修正回路の出力の所で、所望の動作性能あるいは性能の以前の程度との比較で要求される修正および／あるいは歪みの程度を測定し、これに基づいて動的に変化させることもできる。可変な入力信号対パイロット信号比を動的に変化させる方法としては、固定減衰器 100 の代わりに可変減衰器を使用し、この可変減衰器を所望の可変オフセットが達成されるように制御すること、および／あるいは、電圧制御減衰器（VCA）9 8 の制御のやり方を変えることが考えられる。

【0019】この実施例においては、RF 入力信号の電力レベルが変化すると、演算増幅器構成（制御装置）9 6 の出力が、VCA 9 8 を、パイロット検出器 9 4 の出力が入力電力検出器 9 2 の出力と等しくなるまで自動的に調節する。こうして、パイロット信号の電力レベルが入力信号の電力レベルに同期、すなわち、ロックされる。入力信号とパイロット信号の間に所望のオフセットを設定することで、これらの間に所望の比が達成および維持される。この実現は、単純で、安価である。非線形の電圧対電力特性曲線を持つ粗い電力レベル検出器 9 2、9 4 を用いた場合でも、これら 2 つの電力レベル検出器 9 2、9 4 が RF 増幅器 12 の全入力信号電力レンジに渡って類似するあるいは一致する応答を示す限り、システム 90 は、入力信号の電力レベルとパイロット信号の電力レベルとの間に所望のオフセットを維持することができる。加えて、電圧制御減衰器（VCA）9 8 が貧弱な電圧対減衰曲線を持つ場合でも、制御装置 9 6 によって所望の入力信号対パイロット信号比が維持される。つまり、制御装置 9 6 は、調節済のパイロット信号の電力レベルと入力信号の電力レベル（マイナス相対オフセット）とを等しくするように機能し、このため、システム 90 のこの閉ループ構成は、パイロット信号の電力レベルと入力信号の電力レベルの間に所望のオフセットを維持し、こうして、所望の入力信号対パイロット信号比を維持する。

【0020】図 6 は、図 5 のパイロット信号（電力レベル）調節器（システム）90 の詳細な実現 110 を示す。パイロット信号シンセサイザ 7 4 により、特定の電

カレベルを持つ所望のパイロット信号が生成される。図 6 の構成を用いた場合、電圧制御減衰器 (VCA) 98 には、例えば、40 dB なる減衰レンジと、非線形な電圧対減衰曲線を持つ、単純で安価なピンダイオード減衰器を用いることができる。この実現においては、結合器 68 b には、パイロット信号注入路 62 上の調節済のパイロット信号のエネルギーの一部を減衰する 10 dB 結合器が用いられる。この 10 dB 結合器 68 b は、調節済のパイロット信号をパイロット信号電力レベル検出路 104 上に複製するが、このとき、パイロット信号電力レベル検出路 104 上のパイロット信号のサンプルは約 10 dB だけ減衰される。結合器 68 b は、また、増幅器 12 に向うパイロット信号注入路 62 上の調節済のパイロット信号を約 0.5 dB だけ減衰する。パイロット信号電力レベル検出路 104 上に複製されたパイロット信号のサンプルは、パイロット信号電力レベル検出器 94 に供給される。この実施例においては、パイロット信号電力レベル検出器 94 には、高度に線形性の RMS RF 電力レベル検出器を用いる必要はなく、単純な零バイアスショットキーダイオード検出器を用いることができる。ただし、このパイロット信号電力レベル検出器 94 は、RF 増幅器 12 に対する入力信号の全電力レンジに渡って、入力信号電力レベル検出器 92 の応答と一致する動作特性を持つ必要がある。このため、この実施例においては、入力信号電力レベル検出器 92 にも、単純な零バイアスショットキーダイオード検出器が用いられる。パイロット信号電力レベル検出器 94 は、パイロット信号電力レベル検出路 104 上のパイロット信号にตอบสนองして、パイロット信号電力レベル検出信号を生成する。

【0021】入力信号電力レベル検出器 92 は、結合器 68 a から入力信号のサンプルを受信する。結合器 68 a は、入力信号を、入力信号検出路 102 上に、入力信号検出路 102 上の入力信号のサンプルが約 10 dB だけ減衰されるように複製する。結合器 68 b に関して上述したのと同様に、結合器 68 a は、加えて、主信号路 16 上の入力信号を約 0.5 dB だけ減衰する。入力信号電力レベル検出器 92 は、入力信号検出路 102 上の入力信号のサンプルにตอบสนองして入力信号電力レベル検出信号を生成する。

【0022】この実施例においては、制御装置 96 には、演算増幅器構成 96 が用いられる。この演算増幅器構成 96 は、演算増幅器 112 と関連するフィードバック網 114 から構成されるが、これは、回路の安定性を維持し、回路の応答時間を (例えば、用途に依存して 1 ミリ秒から 1 マイクロ秒あるいはこれ以下に) 設定する。演算増幅器構成 96 は、入力信号電力レベル検出器 92 から入力信号電力レベル検出信号を受信し、パイロット信号電力レベル検出器 94 からパイロット信号電力レベル検出信号を受信する。この実施例においては、2 つの非反転増幅器 116、118 によって、それぞれ、

入力信号電力レベル検出器 92 の出力とパイロット信号電力レベル検出器 94 の出力を増幅することで、検出の分解能が改善される。入力信号の電力レベルが変化すると、演算増幅器構成 96 は、パイロット信号の電力レベルを入力信号の電力レベルと相対的に調節することで、入力信号の電力レベルとパイロット信号の電力レベルとの間のオフセットを所望の値に維持する。つまり、演算増幅器構成 96 は、電圧制御減衰器 (VCA) 98 に制御信号を供給し、電圧制御減衰器 (VCA) 98 は、パイロット信号注入路 62 上のパイロット信号の減衰のレベルを演算増幅器構成 96 への入力が等しくなるように変化させ、こうして、入力信号の電力レベルの変化がパイロット信号の電力レベルに反映される。この実施例においては、制御信号は電圧信号であり、この電圧信号の電圧は、入力信号の電力レベルが減少 (増加) すると減少 (増加) し、これにตอบสนองして、パイロット信号注入路 62 上のパイロット信号の減衰が増加 (減少) される。

【0023】パイロット信号注入路 62 上の調節済のパイロット信号は、パイロット信号注入路 62 上の減衰器 100 によって減衰され、これによって、入力信号電力対パイロット信号電力比が所望の値に設定される。減衰器 100 には、(当業者においては周知の 3 個の抵抗を用いる) 固定値 pi-パッド減衰器が用いられる。減衰器 100 の減衰値と入力信号、パイロット信号、およびこれら信号のサンプルが受ける相対損失から、当初の所望の入力信号対パイロット信号比が設定される。いったん設定されると、システム 110 は、入力信号の電力レベルが変化した場合でも、入力信号の電力レベルとパイロット信号の電力レベルの間のこの比を維持する。減衰器 100 からの調節済のパイロット信号は、結合器 22 を用いて主信号路 16 上に注入される。この実施例においては、結合器 22 には 10 dB 結合器が用いられ、これによって、調節済のパイロット信号が 10 dB だけ減衰された上で RF 増幅器 12 に向う主信号路 16 内に結合される。用途に依存して、パイロット信号注入路 62 内の減衰器 100 を省き、入力信号の電力レベルとパイロット信号の電力レベルとの間の所望の相対差を、入力信号電力レベル検出路 102 および/あるいはパイロット信号電力レベル検出路 104 上に設けられた減衰器によって達成することもできる。別の実現として、可変減衰器 100 を用い、および/あるいは電圧制御減衰器 (VCA) 98 を制御することで所望の可変オフセットを提供することで、可変な入力信号対パイロット信号比を達成することもできる。

【0024】RF 増幅器 12 への入力の所で入力信号の電力レベルとパイロット信号の電力レベルとの間に 30 dB なる差が要求および維持される一例としての実現においては、入力信号の電力レベルは 2 dBm とされ、パイロット信号シンセサイザ 74 は 5 dBm なるパイロット信号を生成する。説明の目的で、結合器 22 および結合



器 68a~b の主 (一次) レッグ間の損失を無視すると、2 dBm なる入力信号の電力レベルに対しては、パイロット信号に対しては、結合器 22 の出力の所で、-28 dBm なる電力レベルが必要となる。電圧制御減衰器 (VCA) 98 は、当初は、パイロット信号シンセサイザ 74 からの 5 dBm なるパイロット信号を 3 dBm だけ減衰し、これによって、パイロット信号注入路 62 上に、2 dBm なるパイロット信号を供給するように設定される。パイロット信号注入路 62 上の結合器 68b は、調節済のパイロット信号を 10 dB だけ減衰した上で、パイロット信号電力レベル検出路 104 上に供給する。このため、パイロット信号電力レベル検出路 104 上のパイロット信号の電力レベルは -8 dBm となる。結合器 68b は、加えて、結合器 68b の主レッグからの調節済のパイロット信号を減衰器 100 に向うパイロット信号注入路 62 上に供給する。

【0025】RF 増幅器 12 の入力の所で、入力信号の電力レベル (この例では、入力信号の電力レベルは 2 dBm であり、結合器 68a、22 の主レッグには減衰は存在しないものと想定される) と、パイロット信号の電力レベルとの間の比を 30 dB に維持するためには、パイロット信号の電力レベルを、RF 増幅器 12 への入力の所で -28 dBm にする必要がある。この実現例では、RF 増幅器 12 の所でパイロット信号の電力レベルが -28 dBm となることを達成するために、パイロット信号注入路 62 上の減衰器 100 は、パイロット信号注入路 62 上の調節済のパイロット信号を 20 dB だけ減衰するように設定される。こうして、この実現例では、減衰器 100 は、2 dBm なる調節済のパイロット信号を受信し、この調節済のパイロット信号を 20 dB だけ減衰することで、-18 dBm なる値にする。この -18 dBm なる調節済のパイロット信号が結合器 22 の二次レッグに供給される。結合器 22 は、この調節済のパイロット信号を 10 dB だけ減衰し、-28 dBm なるパイロット信号を主信号路 16 上に注入する。

【0026】入力信号が結合器 68a によって受信されたとき、入力信号のサンプルが結合器 68a の入力信号検出経路 102 に向う二次レッグの所に生成される。この実現例においては、結合器 68a は入力信号電力レベル検出路 102 上に生成されたサンプルを 10 dB だけ減衰することで、-8 dBm にする。こうして、入力信号電力レベル検出路 102 上の入力信号の電力レベルと、パイロット信号電力レベル検出路 104 上のパイロット信号の電力レベルは、両方とも、-8 dBm となり、等しくなる。その後、入力信号の電力レベルが落ちると、入力信号検出路 102 上の入力信号の電力レベルが落ちる。これにตอบสนองして、制御装置 96 は、制御ライン 120 上の制御信号を介して電圧制御減衰器 (VCA) 98 の減衰を増加することで、パイロット信号電力レベル検出路 94 への入力と入力信号電力レベル検出路 92

への入力を等しくすることを試みる。

【0027】例えば、入力信号の電力レベルが -1 dBm に落ちた場合、入力信号電力レベル検出路 102 上の入力信号の電力レベルは -11 dBm に落ちる。すると、演算増幅器構成 (制御装置) 96 は、パイロット信号注入路 62 内の電圧制御減衰器 (VCA) 98 の減衰を増加することで、パイロット信号電力レベル検出路 104 上の -8 dBm なるパイロット信号を入力信号電力レベル検出路 102 上の -11 dBm なる入力信号に等しくすることを試みる。電圧制御減衰器 (VCA) 98 が結合器 68b への入力の所でパイロット信号を 6 dB だけ減衰することで、パイロット信号の電力レベルを -1 dBm なる値にすると、パイロット信号電力レベル検出路 104 上のパイロット信号は -11 dBm となり、RF 増幅器 12 の入力の所のパイロット信号の電力レベルは -31 dBm となる。こうして、入力信号の電力レベルが変化した場合でも、RF 増幅器 12 への入力の所での入力信号の電力レベル (この例では -1 dBm) とパイロット信号の電力レベル (この例では -31 dBm) との比は 30 dB なる値に維持される。

【0028】上述の実施例に加えて、要素が追加あるいは削除されたり、および/あるいは説明のシステムの一部あるいは変形を用いるパイロット信号調節システムの他の構成も本発明の原理の範囲内で可能である。例えば、上述の実施例は、パイロット信号調節器 (システム) がいかにして主信号路 16 上の入力信号の電力レベルとパイロット信号の電力レベルとの間のオフセットを 30 dB に設定および維持するかを解説するために、単に解説の目的で示されたものであり、特定の設計およびパイロット信号注入路上の可変減衰器の特定の入力電力対減衰特性に依存して、パイロット信号調節システムは、パイロット信号の電力レベルと入力信号の電力レベルとの間にこれとは異なる所望のオフセットを入力信号の様々な電力レベルのレンジに対して維持することができる。可変減衰器によって提供される減衰をフルに生かすために、様々な信号電力レベルが考慮され、信号を所望な量だけ減衰するための追加の減衰器あるいは要素が様々な経路内に配置される。また、入力信号の電力レベルのレンジが大きな場合は、パイロット信号調節システムが入力信号の電力レベルとパイロット信号の電力レベルとの間の所望の比を達成できるように、より大きな減衰レンジを持つ可変減衰器あるいは減衰器構成を用いることも考えられる。

【0029】上では、パイロット信号調節システムは、結合器を用いるものとして説明されたが、ただし、結合器の代わりに、3 dB スプリッタおよび他のカップリング、信号スプリッティング、あるいはサンプリングデバイスを用いることもできる。加えて、上ではパイロット信号調節システムは、固定減衰器を用いるものとして説明されたが、これら固定減衰器の代わりに、可変減衰器

あるいは信号を減衰するための他のデバイスを用いることもできる。これら可変減衰器を制御することで、入力信号電力レベル対パイロット信号電力レベル比を動的に調節することも考えられる。さらに、上ではパイロット信号調節システムは、離散要素の様々な異なる構成を用いて実現されるものとして説明されたが、本発明によるパイロット信号調節システムおよびこの一部は、当業者においては理解できるように、本発明の利益を損なうことなく、アプリケーションスペシフィック回路、ソフトウェアドライバ回路、ファームウェア、あるいは他の離散要素の構成を用いて実現することもできる。

【0030】上ではパイロット信号調節システムの幾つかの実施例は、フィードフォワードRF増幅器構成内で用いられるものとして説明されたが、本発明のシステムは、パイロット信号が用いられ、入力パイロット信号の電力レベルを入力信号の電力レベルと相対的に調節することを要求される任意の増幅器構成において用いることができる。加えて、上ではパイロット信号調節システムは、パイロット信号の電力レベルを入力信号の電力レベルと相対的に調節するものとして説明されたが、ただし、パイロット信号調節システムは、パイロット信号の電力レベルを、複数のキャリアあるいは信号の平均、最も高い電力レベルを持つキャリアあるいは信号、および／あるいはこれらの組合せに基づいて、入力信号の電力レベルと相対的に調節することもできる。さらに、上ではパイロット信号調節システムは、パイロット信号の電力レベルを入力信号の電力レベルと相対的に調節するように説明されたが、ただし、パイロット信号の他のパラメータあるいは特性を、入力信号の特性あるいはパラメータに基づいて調節することもできる。上の説明は、単に、本発明の原理の応用を解説するためのものであり、当業者においては理解できるように、これらおよびその

他の様々な修正、構成および方法を、説明の実施例に必ずしも厳密に従うことなく実現することもでき、従って、これらも本発明の精神および範囲から逸脱するものではない。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 RF増幅器の一例としての周波数応答曲線を増幅器の動作周波数および一例としてのパイロット信号と共に示す図である。

【図2】 RF増幅器に対して用いられるフィードフォワード歪み修正スキームのブロック図を示す図である。

【図3】 本発明の原理によるパイロット信号（電力レベル）調節システムの一つの実施例を示す図である。

【図4】 パイロット信号調節システムのもう一つの実施例を示す図である。

【図5】 パイロット信号調節システムのもう一つの実施例を示す図である。

【図6】 図5のパイロット信号調節システムの実施例をより詳細に示す図である。

#### 【符号の説明】

- |            |                  |
|------------|------------------|
| 90         | パイロット信号調節器（システム） |
| 12         | 増幅器              |
| 16         | 主信号路             |
| 22、68a、68b | 結合器              |
| 62         | パイロット信号注入路       |
| 74         | パイロット信号シンセサイザ    |
| 92         | 入力信号電力レベル検出器     |
| 94         | パイロット信号電力レベル検出器  |
| 96         | 制御装置             |
| 98         | 電圧制御減衰器（VCA）     |
| 100        | 減衰器              |
| 102        | 入力信号電力レベル検出路     |
| 104        | パイロット信号電力レベル検出路  |

【図1】

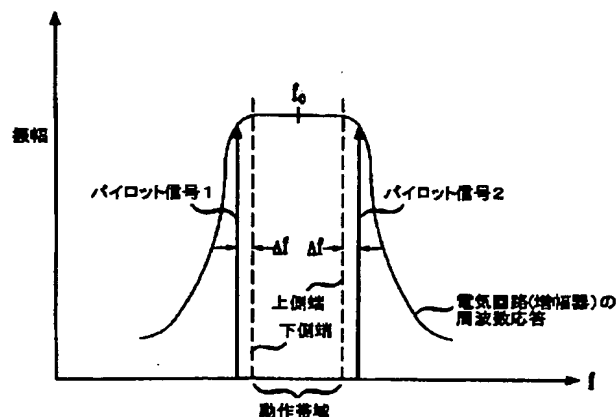
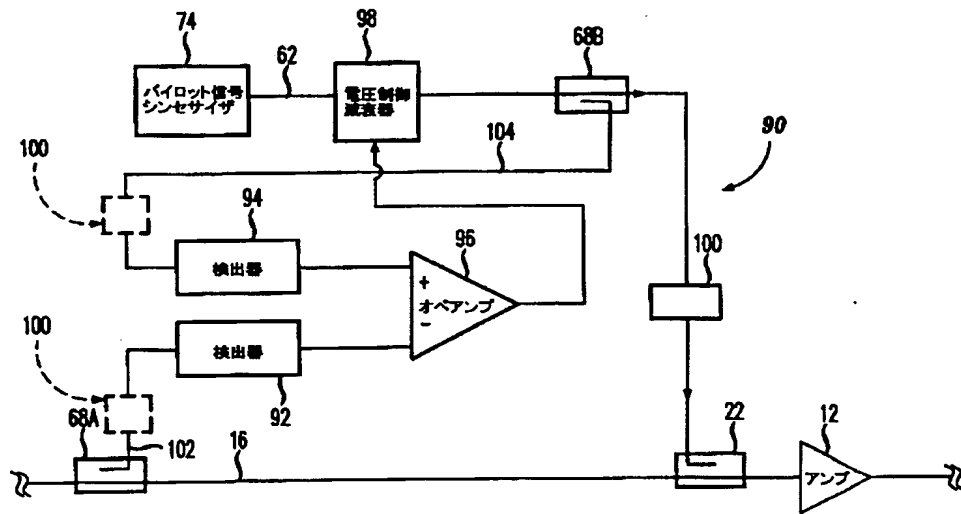


Figure 10 is a block diagram of a PLL circuit. It includes a 'パイロット信号入力' (Pilot signal input) block, a 'スプリット' (Split) block, a '遅延 #1' (Delay #1) block, a '利得/位相回路' (Gain/Phase loop) block, a '遅延 #2' (Delay #2) block, and a 'パイロット信号検出回路' (Pilot signal detection circuit) block. The circuit is divided into two loops: 'ループ #1' (Loop #1) and 'ループ #2' (Loop #2). The output is labeled '信号出力' (Signal output).

【図 5】



【図 6】

